

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①1 N° de publication : 2 780 785

(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : 98 08714

⑤1 Int Cl<sup>7</sup> : G 01 L 5/24, B 25 B 23/14

⑫

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 03.07.98.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 07.01.00 Bulletin 00/01.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du  
présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : SAM OUTILLAGE Société anonyme  
— FR.

⑦2 Inventeur(s) : HEYRAUD GEORGES.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : GERMAIN ET MAUREAU.

⑤4 PROCÉDE ET DISPOSITIF DE MESURE ET DE SERRAGE D'UN ASSEMBLAGE PAR ORGANE FILETÉ.

⑤7 Ce procédé comprend, une phase de mesure et de  
mémorisation d'un couple de serrage Cs, une phase de me-  
sure de mémorisation d'un couple de desserrage Cd, et une  
phase de traitement dont une première étape réalise l'ex-  
pression Cs - Cd et mémorise la valeur obtenue. Selon l'in-  
vention, cette étape est suivie par une deuxième étape de  
calcul

consistant à traiter soit l'expression

$$\frac{Cs - Cd}{2},$$

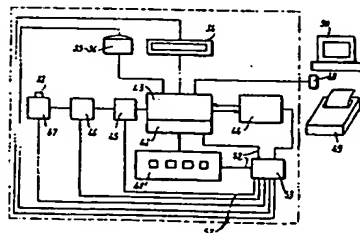
soit l'expression

$$\frac{Cs - Cd}{2 Cs},$$

pour obtenir soit la valeur Ceff du couple efficace solli-  
cant l'assemblage fileté, soit la valeur du rendement Rdt de  
cet assemblage, à mémoriser la valeur obtenue et à l'affi-  
cher.

Dans des variantes, d'autres étapes de la phase de trai-  
tement traitent des expressions complémentaires permet-  
tant d'obtenir, de mémoriser, et d'afficher, des valeurs  
d'autres caractéristiques de l'assemblage, telles que force  
de précontrainte, contrainte de traction, allongement, coef-  
ficient de frottement moyen, couple de torsion, contrainte de  
torsion, contrainte totale.

Dans son application au resserrage, après serrage et  
desserrage, le procédé comprend des étapes de traitement  
permettant, à partir d'une valeur imposée d'une caractéris-  
tique, de déterminer la valeur du couple de resserrage.



L'invention concerne le domaine de la mesure des caractéristiques mécaniques d'un assemblage par un organe fileté, tel que vis, boulon, écrou, et le serrage d'un tel assemblage à une valeur déterminée et effective d'une caractéristique mécanique choisie.

- 5 La présente invention, faisant référence à des équations mathématiques mettant en oeuvre des caractéristiques, dimensionnelles et mécaniques, d'un assemblage par un organe fileté, il est d'abord donné, par ordre alphabétique, la définition des différentes caractéristiques utilisées dans la description. Ces caractéristiques sont conformes à celles données
- 10 dans la norme française E25.030 d'août 1984.

All	allongement de la vis
Cd	couple de desserrage
Ceff	Couple efficace exercé sur l'assemblage après serrage au couple Cs
Ceffr	Couple efficace après resserrage
Cr	Couple de resserrage
Cre	Couple de resserrage réel
Cs	Couple de serrage
Ct	Couple de torsion de la vis
d2	Diamètre moyen du filetage
Dm	Diamètre moyen de la tête
E	Module d'élasticité longitudinal du matériau de la vis
f	Coefficient de frottement moyen entre tête et filets
Fo	Force de précontrainte de la vis
L	Longueur étirée de la vis (longueur entre ses appuis + 0,8d)
n	Contrainte de traction dans la vis
p	Pas de la vis
r	Rayon de la section résistante de la vis (moitié du diamètre équivalent selon norme française)
r1	Rayon moyen du filetage de la vis
R	Rayon moyen de la tête de vis
Rdt	Rendement de l'assemblage
t	Contrainte de torsion de la vis
T	Contrainte totale de la vis

La valeur de  $r_1$  prend en compte la forme du filet de la vis et est égal à  $0,5 d$  pour une vis à filet carré et à  $0,583 d$  pour une vis à filet triangulaire ISO,  $d$  étant le diamètre nominal de la partie filetée.

On connaît bien maintenant les problèmes liés au serrage du couple d'une vis. La formule de calcul du couple de serrage la plus utilisée est celle de KELLERMAN et KLEIN, comme rappelé dans la norme française E25-030 d'août 1984 :

$$(1) C_s = F_o \left[ \frac{P}{2\pi} + f \left( 0,583 d + \frac{D_m}{2} \right) \right]$$

La force de serrage  $F_o$  dépend du frottement moyen  $f$  sur les filets et sur la tête. Ce coefficient de frottement dépend des matériaux en présence, de leur état de surface et de leur lubrification. Les rendements mesurés en laboratoire varient du simple au double. Ils peuvent aller de 7 % pour une vis non graissée, de fabrication courante, à 15 % pour une vis de bonne qualité de forme et de graissage. Dans ces conditions, pour un couple de serrage de 100 Nm, le couple efficace servant à serrer réellement un assemblage par vis est situé entre 7 et 15 Nm et le reste est absorbé par les frottements.

Pour palier à cet inconvénient, différents procédés de mesure et de serrage ont été développés.

Ainsi, la demande de brevet français FR-A-2 527 714 décrit un procédé de mesure et de serrage comprenant un cycle de vissage et de dévissage et consistant :

- à mesurer les couples, respectivement, de vissage  $C_s$  et de dévissage  $C_d$ , en fonction du déplacement angulaire de l'organe fileté,

- à calculer un coefficient de proportionnalité  $K$  par la formule  $\frac{\pi(C_s - C_d)}{p C_s}$  faisant intervenir le pas du filetage,

- à déterminer le couple de serrage final  $C_f$  devant être appliqué pour obtenir une force de précontrainte  $F_o$  prédéterminée dans la vis par la formule  $C_f = \frac{F_o}{K}$  et

- à appliquer le couple de serrage final  $C_f$  à l'assemblage.

Ce procédé, dont la validité du coefficient de proportionnalité est contestée, ne permet d'imposer que la valeur de la force de précontrainte

Fo et exclut donc toute autre caractéristique pourtant utilisée dans certains secteurs techniques, tels qu'allongement, contrainte de traction, contrainte de torsion ou contrainte totale.

La demande de brevet français FR-A-2 677 571, en partant d'un  
5 raisonnement sur la conservation de l'énergie aboutit à des équations  
similaires comprenant un coefficient proportionnel au pas du filetage pour  
obtenir la valeur de la force de tension dans la vis, et précise que les  
valeurs des couples de vissage et de dévissage sont prélevées, soit  
statistiquement à la limite de repos du vissage ou du desserrage, soit  
10 dynamiquement en une succession de positions concordantes. La  
description précise que le couple de dévissage est prélevé à la limite du  
repos du glissement de la partie mobile de l'élément de fixation et que le  
couple de dévissage est prélevé, au passage à son maximum, à la limite du  
repos pendant le glissement de la partie mobile de l'élément de fixation sur  
15 la partie fixe de l'assemblage.

Pour prélever avec ce procédé, les valeurs de couple dans des  
conditions optimales, il est nécessaire d'ajouter un capteur de mouvements  
angulaires, ce qui peut ajouter des imprécisions. Par ailleurs, et comme pour  
le procédé précédent, celui-ci est limité à la détermination de valeurs de  
20 forces, et exclut la détermination de toute autre caractéristique.

La présente invention a pour objet de remédier à ces  
inconvenients en fournissant un procédé de mesure permettant de  
déterminer, de manière simple, la valeur de diverses caractéristiques d'un  
assemblage et en particulier le couple efficace appliqué à l'assemblage pour  
25 une valeur donnée du couple de serrage, et le rendement de l'assemblage,  
sans qu'il y ait lieu de prendre en compte les conditions de frottement, ou  
une quelconque valeur de rotation angulaire des éléments.

Le procédé, selon l'invention, est du type de ceux décrits  
précédemment et comprenant :

- 30 - une première phase de serrage avec mesure du couple de  
serrage  $C_s$ , à sa valeur maximale et mémorisation de cette valeur,  
- une deuxième phase de desserrage avec mesure du couple de  
desserrage  $C_d$ , à sa valeur maximale, et mémorisation de ce couple  $C_d$ ,  
- une phase de traitement des valeurs mémorisées lors des deux  
35 premières phases, et dans laquelle une première étape réalise la  
soustraction :

(2)  $C_s - C_d$

et mémorise la valeur obtenue.

Selon l'invention, le procédé consiste, dans une deuxième étape de la phase de traitement, à soumettre la valeur résultant de la soustraction :

(2)  $C_s - C_d$  de la première étape,

- soit à sa division par deux selon l'expression :

(3)  $\frac{C_s - C_d}{2}$  pour fournir la valeur effective du couple efficace  $C_{eff}$  sollicitant l'assemblage,

- soit à sa division par le produit  $2C_s$  selon l'expression :

(4)  $\frac{C_s - C_d}{2C_s}$  pour fournir la valeur du rendement  $R_{dt}$  de l'assemblage,

- à mémoriser la valeur de  $C_{eff}$  ou de  $R_{dt}$  obtenue,

- et à afficher cette valeur.

A la différence des procédés antérieurs, mettant en oeuvre un coefficient de proportionnalité lié au pas ou au frottement, le procédé selon l'invention se passe, dans sa première étape, de toute utilisation de caractéristiques dimensionnelles ou de frottement et permet d'obtenir directement le rendement.

Les expressions (3)  $\frac{C_s - C_d}{2}$  et (4)  $\frac{C_s - C_d}{2C_s}$  utilisées se déduisent de l'équation (1)  $C_s = F_o \left[ \frac{p}{2\pi} + f \left( 0,583d_2 + \frac{Dm}{2} \right) \right]$  de KELLERMAN et KLEIN de la façon suivante :

En raisonnant par l'absurde, si le frottement n'existait pas, les termes liés au frottement seraient nuls et le rendement égal à 1. On aurait donc :

$$(5) C_s = \frac{F_o p}{2\pi} = C_{eff}$$

L'équation (6) de l'équilibre statique de la vis seule au serrage peut s'écrire :

$C_s$  = couple efficace + couple de frottement des filets + couple de frottement sous tête, soit :

$$(6) C_s = \frac{F_o p}{2\Pi} + F_o f r + F_o f R$$

tandis que l'équation (7) de l'équilibre statique de la vis seule au desserrage peut s'écrire :

$$(7) -C_d = \frac{F_o p}{2\Pi} - F_o f r - F_o f R$$

puisque  $C_d$  et  $f$  sont de signe contraire à ceux qu'ils avaient dans l'équation (6)  $C_s = \frac{F_o p}{2\Pi} + F_o f r + F_o f R$ .

La somme algébrique de (6) et de (7) donne :

$$(8) C_s - C_d = \frac{2F_o p}{2\Pi} = \frac{F_o p}{\Pi}$$

A partir de l'expression (5), le couple efficace  $C_{eff}$  devient :

$$(3) C_{eff} = \frac{C_s - C_d}{2} = \frac{F_o p}{2\Pi}$$

On notera que l'équation (3) :  $\frac{C_s - C_d}{2}$  peut aussi s'appliquer à la différence de valeur absolue.

De l'équation (3) se déduit le rendement  $R_{dt}$  qui est égal à :

$$\frac{C_{eff}}{C_s} \quad (9) \text{ s'écrivant également } \frac{C_s - C_d}{2 C_s} \quad (4).$$

Selon les formes de mise en oeuvre du procédé, les valeurs mémorisées du couple efficace  $C_{eff}$  et du rendement  $R_{dt}$  sont utilisées pour déterminer d'autres caractéristiques, soit dans le cadre d'opérations de mesure par un unique cycle de vissage-dévissage, soit dans le cadre d'opérations de mesure et de serrage par un unique cycle de vissage-dévissage-resserrage pour une valeur imposée d'une caractéristique physique.

Le tableau I résume quelques-unes des étapes supplémentaires du procédé dans le cas de son application à la mesure et au contrôle en indiquant, pour chacune des étapes, en colonne A, sa position par rapport à l'étape 2 de détermination du couple efficace  $C_{eff}$ , en colonne B, la ou les caractéristiques dont les valeurs sont mémorisées, en colonne C, la ou les caractéristiques dont les valeurs sont choisies car imposées, en colonne D, les expressions mises en oeuvre et, en colonne E, la caractéristique dont la

valeur est recherchée, cette valeur étant, à son tour, affichée et mémorisée. Il met en évidence que le procédé permet, par des étapes successives ou non, d'obtenir la valeur de la plupart des caractéristiques effectives d'un assemblage fileté, en répondant ainsi aux besoins des bureaux d'étude, des bureaux de méthode, des services de qualité ou de réception, et des fabricants de visserie.

Le procédé de mesure du Tableau I permet de réaliser des mesures en vraie grandeur sur site et de connaître tous les paramètres de la vis en fonction du rendement. Il permet aussi d'adapter les éléments de l'assemblage, afin qu'ils satisfassent aux caractéristiques mécaniques voulues, par l'étude des variations du rendement en fonction des variations des conditions de frottement, résultant du graissage de la tête et/ou du filetage, mais aussi en fonction des états de surface et traitement de surface.

Le tableau II résume quelques unes des étapes supplémentaires du procédé dans le cas de son application au serrage contrôlé par un cycle de serrage-desserrage-reserrage. Chacune des étapes est indépendante et est effectuée après l'étape 3 de la détermination du rendement de l'assemblage. Elle permet d'obtenir, à partir d'une valeur mémorisée du rendement, obtenu à l'étape précédente, et d'une valeur imposée d'au moins une caractéristique mécanique, le couple de resserrage  $C_r$ , c'est à dire le couple qu'il faut communiquer à l'écrou ou à la tête de vis pour obtenir une valeur déterminée de la caractéristique mécanique choisie. Chaque étape met en oeuvre l'expression donnée dans la colonne D avec la valeur mémorisée du rendement (colonne B) et la valeur choisie et imposée de la caractéristique de référence (colonne C) associée, éventuellement, aux valeurs de caractéristiques dimensionnelles de la vis. La colonne F indique les expressions de vérification qui, dans une étape suivante, et à partir des caractéristiques mémorisées de la colonne C, et de la valeur du couple de resserrage  $C_r$ , effectivement exercé sur l'assemblage et mémorisé, permettent d'obtenir la valeur effective de la caractéristique de référence  $C_{effr}$ ,  $F_o$ ,  $n$ ,  $All$ ,  $T$  s'exerçant dans l'assemblage et rappelée colonne G.

TABLEAU N° I - MESURE

Etape de la phase de traitement	Caractéristiques dont la valeur mémorisée est mise en oeuvre	Caractéristiques dont la valeur est imposée	Equation mise en oeuvre	Caractéristique dont la valeur est mesurée, affichée et mémorisée
A	B	C	D	E
3	Ceff	p	(10) $C_{eff} \frac{2\Pi}{p}$	Fo
4	Fo	r	(11) $\frac{F_o}{\Pi r^2}$	n
5	n	L et E	(12) $n \frac{L}{E}$	All
4	Cs, Ceff, Fo	R et r1	(13) $\frac{Cs - C_{eff}}{F_o(R + r1)}$	f
3	Ceff	p, r	(14) $\frac{2C_{eff}}{pr^2}$	n
4	Ceff, Cs	R, r1	(15) $\frac{RC_{eff} + r1Cs}{R + r1}$	Ct
5	Ct	r	(16) $\frac{2Ct}{\Pi r^3}$	t
6	n, t		(17) $\sqrt{n^2 + 3t^2}$	T



TABLEAU N° II - SERRAGE CONTROLE

Étape de la phase de traitement	Caract. dont la valeur mémorisée est mise en oeuvre	Caract. dont la valeur est imposée	Equation mise en oeuvre	Caract. dont la valeur est mémorisée, et affichée	Equation de vérification de la valeur de la caractéristique imposée	Caract. vérifiée
A	B	C	D	E	F	G
3	Rdt	Ceffr	(16) $\frac{Ceffr}{Rdt}$	Cr	(19) Cr Rdt	Ceffr
3	Rdt	Fo, p	(18) $\frac{Fo p}{2 \Pi Rdt}$	Cr	(21) $\frac{Cr 2 \Pi Rdt}{p}$	Fo
3	Rdt	n, r, p	(20) $\frac{pr^2 n}{2 Rdt}$	Cr	(23) $\frac{Cr 2 Rdt}{pr^2}$	n
3	Rdt	All, L, E, r et p	(22) $\frac{pr^2 All E}{2 Rdt L}$	Cr	(25) $\frac{Cr 2 Rdt L}{pr^2 E}$	All
3	Rdt	T, p, r, R, r1	(26) $\sqrt{\frac{T^2}{\left[ \frac{2 Rdt}{p r^2} \right]^2 + 3 \left[ \frac{2 (Rdt . R + r1)}{\Pi r^3 (R + r1)} \right]^2}}$	Cr	(27) $\sqrt{Cr^2 \left[ \frac{2 Rdt}{p r^2} \right]^2 + 3 \left[ \frac{2 (Rdt . R + r1)}{\Pi r^3 (R + r1)} \right]^2}$	T

Dans une forme de mise en oeuvre préférée du procédé, et par exemple dans son application au serrage contrôlé par un cycle de serrage-desserrage-resserrage, ledit procédé consiste :

- lors de la phase de serrage, à appliquer sur la vis un couple de serrage  $C_s$  dont la valeur est inférieure, au plus de 15 %, à celle du couple de serrage calculé,

- et lors de la phase de desserrage, à arrêter le desserrage à environ 90 % de la valeur maximale du couple de desserrage  $C_d$ .

Ainsi, les étapes de serrage et de desserrage s'effectuent dans des conditions de charge et de frottement proches des conditions finales, ce qui permet de réduire au minimum les effets, sur le resserrage, des variations du coefficient de frottement moyen prenant en compte le frottement dans les filets et sous la tête de la vis.

L'invention concerne également le dispositif pour la mise en oeuvre de ce procédé. Ce dispositif comprend, comme toute clé ou tournevis dynamométrique :

- un organe d'entraînement en rotation de l'organe fileté,
- un capteur, mesurant le couple transmis à cet organe d'entraînement, avec ses moyens de transmission, d'amplification, et de conversion analogique numérique du signal obtenu,
- un afficheur numérique,
- des moyens d'alarme visuelle et/ou sonore,
- des moyens de mémorisation d'au moins une valeur de référence, telle que force,
- et une unité de traitement comparant la valeur du signal provenant du capteur avec la valeur de référence mémorisée et déclenchant les moyens d'alarme à égalité de valeur.

Dans le dispositif selon l'invention, l'unité de traitement est associée à un clavier de commande et est composée d'un microprocesseur avec mémoire vive et mémoire morte, cette mémoire morte comportant, en complément de logiciels d'exploitation du microprocesseur et du clavier, au moins l'un des logiciels de traitement suivants dont l'un résout l'équation (3)  $\frac{C_s - C_d}{2} = C_{eff}$  et l'autre résout l'équation (4)  $\frac{C_s - C_d}{2 C_s} = Rdt$ , équations dans lesquelles  $C_s$  indique la valeur du couple de serrage,  $C_d$  la valeur du

couple de desserrage et Ce<sub>eff</sub> la valeur du couple efficace exercé sur l'assemblage après serrage au couple C<sub>s</sub>, tandis que le clavier comprend :

- a) une touche de sélection de menus et logiciels, avec validation au relâchement,

5           - b) une touche de sélection de données prémémorisées dans des registres de la mémoire morte et de mémorisation des données mesurées, avec validation au relâchement, et

10           - c) deux touches de défilement dans les deux sens des menus, équations, fonctions, et/ou données mémorisées, ces touches étant multiplexées avec les touches de sélection des menus et des données.

D'autres caractéristiques et avantages ressortiront de la description qui suit en référence au dessin annexé.

Figure 1 est une vue en plan par dessus d'une forme d'exécution d'une clé dynamométrique mettant en oeuvre l'invention.

15           Figure 2 est un schéma montrant les composants essentiels du dispositif,

Figures 3 et 4 sont des schémas logiques des équations de base du procédé et du dispositif,

20           Figure 5 est un schéma logique d'une première forme de mise en oeuvre d'un dispositif dans le cas de son application à la mesure et au contrôle d'un assemblage vissé,

Figure 6 est un schéma logique montrant une autre forme de mise en oeuvre des moyens de traitement des données dans un dispositif affecté à la mesure et au contrôle d'un assemblage vissé,

25           Figures 7 et 8 représentent les schémas logiques de deux formes de mise en oeuvre du procédé dans le cas de son application à un dispositif de contrôle du serrage d'un assemblage vissé, par un cycle de serrage-desserrage-resserrage.

30           Dans la description qui suit, pour éviter toute confusion avec les numéros des expressions ou équations, les références partiront à partir du nombre 30.

Dans les dessins, les expressions E<sub>2</sub>, E<sub>3</sub>, E<sub>4</sub>, E<sub>n</sub>, indiquent par leur indice l'ordre de l'étape de calcul dans la phase de traitement.

35           A la figure 1, la clé dynamométrique 30 est composée d'une tête 31 de laquelle fait saillie un organe d'entraînement 32, visible figure 2. Son corps 33 porte, de manière visible, un afficheur 34, une alarme

lumineuse 35, une alarme sonore 36, et quatre touches d'un clavier, à savoir une touche 37 de sélection de menus, une touche 38 de sélection de données, deux touches 39 et 40 de commande de défilement des menus ou données. Ces deux dernières touches sont multiplexées avec les touches de sélection, respectivement, 37 des menus, et 38 des données, de manière à permettre par leur relâchement, la validation du menu ou de la donnée apparaissant sur l'afficheur numérique 34. Comme montré figure 2, ces touches font partie d'un clavier 41 qui agit sur la mémoire vive 42 d'une unité de traitement constituée par un microprocesseur 43 équipé d'une mémoire morte 44. Ce microprocesseur est connecté, à travers un convertisseur analogique-numérique 45, à un amplificateur 46 recevant des signaux d'un capteur 47, de couple ou d'effort, lié à l'organe d'entraînement 32. Le microprocesseur 43 est également connecté à l'afficheur 34, aux alarmes visuelle et sonore 35, 36 et à une sortie 48 pouvant être connectée à un périphérique, tel qu'une imprimante 49 ou un ordinateur 50 pour lecture directe ou différée. L'alimentation de ces différents organes est assurée par des circuits internes 52 à partir d'un boîtier d'alimentation électrique stabilisée 53, de type à piles ou accumulateur.

En complément de logiciels d'exploitation du microprocesseur 43 et du clavier 41, la mémoire morte 44 contient au moins l'un des deux logiciels de traitement dont l'un résout l'équation (3) et l'autre l'équation (4) dans une première opération de détermination de la valeur, respectivement, du couple efficace  $C_{eff}$  et du rendement  $R_{dt}$ .

Pour effectuer cette mesure, l'opérateur doit d'abord commander l'alimentation électrique du dispositif en actionnant la touche 37, et sélectionner le logiciel approprié en actionnant la même touche de sélection des menus 37, puis, l'une des touches de défilement 39 et 40 jusqu'à ce qu'apparaisse, dans l'afficheur 34, l'indication du menu de mesure, par exemple de la force. Ce menu, qui est validé par relâchement de la touche de défilement, annonce alors sur l'afficheur 34 qu'il faut choisir la valeur du couple de serrage dans le menu données, ce qui est réalisé en appuyant sur la touche de sélection 38 et en faisant défiler, sur l'afficheur, au moyen de l'une des touches 39 ou 40, des valeurs respectivement, croissantes ou décroissantes, du couple de serrage. Le

relâchement de la touche actionnée valide cette valeur qui est mémorisée comme valeur de seuil des moyens d'alarme.

Il est alors procédé au serrage de l'organe fileté jusqu'au déclenchement de l'alarme par avertisseur sonore et/ou lumineux. La valeur maximale  $C_s$  du couple de serrage détectée par le capteur 32 est alors  
 5 affichée et mémorisée automatiquement. Après cette étape, il est procédé à l'étape de desserrage. Durant celle-ci, le capteur 32 mesure la valeur maximale du couple de desserrage  $C_d$  et cette valeur est affichée et mémorisée, puis, selon le menu initialement sélectionné, l'unité 43 traite  
 10 l'équation 3, comme montré schématiquement à la figure 3, où l'équation 4 comme montré figure 4 pour obtenir, respectivement, la valeur du couple efficace réellement exercé sur la vis  $C_{eff}$ , ou la valeur du rendement  $R_{dt}$  dans l'assemblage.

La valeur est alors affichée et mémorisée comme indique par la  
 15 lettre M et/ou les flèches 61 sur les figures 3 à 8.

La figure 3 montre qu'il est aussi possible, à partir des valeurs mémorisées de  $C_{eff}$  et de  $C_s$  et à partir de l'expression 9 d'obtenir, dans une troisième étape, la valeur du rendement  $R_{dt}$ .

A l'un de ces logiciels de base, sont ajoutés, selon les formes  
 20 d'exécution, d'autres logiciels sélectionnables par le clavier et permettant de déterminer les valeurs de caractéristiques autres que la seule valeur d'un couple ou d'une force.

Ainsi, dans la forme d'exécution de figure 5 concernant un dispositif de mesure, la mémoire 44 contient des logiciels traitant  
 25 successivement, en étape 3 à 5 de la phase de traitement, les expressions 10 à 12 du tableau I et un logiciel traitant, en quatrième étape, l'expression 13. Les valeurs des grandeurs  $p$ ,  $r$ ,  $L$ ,  $E$ ,  $R$  et  $r_1$  sont sélectionnées parmi des valeurs mémorisées dans des registres au moyen des touches 38 à 40 du clavier, soit immédiatement après sélection du menu, c'est-à-dire du  
 30 programme de mesure, soit après traitement de l'expression de l'étape précédente. Ce traitement est toujours suivi de l'affichage et de la mémorisation de la valeur de la caractéristique recherchée dans cette étape, à savoir couple efficace de serrage  $C_{eff}$ , force de précontrainte dans la vis  $F_o$ , contrainte de traction dans la vis  $\sigma$ , ou allongement de la vis  $\Delta l$ .

35 Toutes les valeurs ainsi obtenues, ainsi que celles du coefficient de frottement moyen  $f$ , données par l'expression 13, sont chacune, et

après traitement, affichées et mémorisées. Ces valeurs peuvent aussi être traitées par un ordinateur externe 50 ou imprimées sur l'imprimante 49, si ces périphériques sont raccordés à l'unité de traitement 43.

5 Dans la forme d'exécution de figure 6 correspondant encore à un programme de mesure, des logiciels permettent, respectivement, en étape 3 à 6 de la phase de traitement, de traiter les expressions 14 à 17 pour obtenir respectivement :

- par l'expression 14, la valeur de la contrainte de traction  $\sigma$  dans la vis, à partir de la valeur mémorisée de  $C_{eff}$ , et des valeurs dimensionnelles de la vis choisies au clavier, à savoir pas  $p$ , et rayon  $r$  de la section résistante de la vis,

10 - par l'expression 15, la valeur du couple de torsion  $C_t$  de la vis à partir des valeurs mémorisées  $C_{eff}$  et de  $C_s$  et des valeurs dimensionnelles de la vis,  $R$  et  $r_1$ , choisies au clavier,

15 - par l'expression 16, la valeur de la contrainte de torsion  $\tau$  de la vis à partir des valeurs mémorisées de  $C_t$  et de  $r$ ,

- et par l'expression 17, la valeur de la contrainte totale  $T$  dans la vis à partir des valeurs mémorisées de  $\sigma$  et  $\tau$ .

20 Les valeurs obtenues pour chacune des caractéristiques de référence, à savoir  $n$ ,  $C$ ,  $t$ ,  $T$  sont chaque fois affichées et mémorisées.

25 Les deux formes d'exécution des figures 5 et 6 peuvent être combinées dans un même dispositif. Elles permettent, après sélection du programme et de la valeur des données, et à partir d'une seule mesure comprenant une phase de serrage et une phase de desserrage, de déterminer non seulement la force de précontrainte dans la vis, mais aussi les valeurs réelles de caractéristiques de référence d'un assemblage vissé qui, jusqu'alors, restaient méconnues.

30 Une telle clé dynamométrique est plus spécialement destinée au bureau des méthodes, aux fabricants de boulons et aux services de réception, pour optimiser statistiquement et sur site la boulonnerie, avec le minimum de calculs. La détermination du rendement permet de tester les anomalies de forme et de rejeter les produits non conformes.

35 La figure 7 est un schéma fonctionnel d'une forme d'exécution d'une clé dynamométrique permettant d'assurer un serrage contrôlé, c'est-à-dire de serrer un assemblage fileté à une valeur voulue d'une caractéristique de référence telle que couple de resserrage  $C_{effr}$ , force de

précontrainte dans la vis  $F_0$ , contrainte de traction  $n$  dans la vis, allongement de la vis  $All$ , et cela dans le cadre d'un cycle de serrage-desserrage-resserrage, c'est-à-dire d'un cycle de mesure par serrage-desserrage suivi d'un resserrage.

5 La mémoire 44 contient les logiciels traitant, en étape 3 de la phase de traitement, les expressions 18, 20, 23 et 25, mais aussi les logiciels traitant, en étape 4, les expressions de vérification de chacune des valeurs de référence utilisées dans ces expressions, c'est-à-dire traitant les expressions 19, 21, 23 et 25 du tableau 2. Pour réaliser avec ce dispositif,  
10 le serrage contrôlé d'un organe fileté, et par exemple de la tête d'une vis ou de l'écrou d'un boulon, il faut successivement sélectionner, sur le clavier 41, le menu de serrage contrôlé, la valeur du couple de serrage  $C_s$ , c'est-à-dire la valeur du seuil de déclenchement de l'alarme au premier serrage, et la valeur de la caractéristique de référence, à savoir de  $C_{effr}$ , de  $F_0$ , de  $n$   
15 ou de  $All$  et, éventuellement la valeur de caractéristiques dimensionnelles ou mécaniques pour les expressions 20, 22 et 24.

Il est précisé que, pour la première phase de serrage, la valeur mémorisée de  $C_s$  est choisie inférieure, à la valeur du couple de serrage devant être appliquée à la vis, cette différence étant au plus de 15 %.

20 Le serrage s'effectue de la façon suivante.

La première phase de serrage est arrêtée dès que l'alarme indique que la valeur du couple de serrage  $C_s$  est atteinte. La valeur réelle de ce couple est mesurée par le capteur 32, mémorisée puis affichée.

Il est alors procédé au desserrage pendant lequel le même  
25 capteur mesure la valeur de crête du couple de desserrage  $C_d$ . Cette valeur mémorisée est multipliée par 0,9 pour constituer la valeur du seuil de l'alarme au desserrage. Ainsi, dès que le couple de desserrage parvient à une valeur égale à 90% de sa valeur de crête, l'alarme se déclenche et le desserrage est arrêté. Cette procédure évite que le desserrage modifie trop  
30 les conditions de frottement entre les éléments de l'assemblage fileté, ce qui aurait pour effet de fausser la mesure et le resserrage ultérieur.

La valeur de crête mesurée et mémorisée du couple  $C_d$  est traitée avec la valeur mesurée mémorisée du couple de serrage  $C_s$  par l'expression 4 qui combine les étapes 1 et 2 de la phase de traitement et  
35 procure la valeur du rendement  $R_{dt}$  de l'assemblage. Cette valeur de rendement est mémorisée et affichée. De la sorte, si la valeur du rendement

Rdt est anormale, l'opérateur peut arrêter le processus de serrage, soit pour changer l'un des éléments filetés, soit pour améliorer le graissage de l'assemblage.

5 A partir de ce stade, il est procédé au traitement des valeurs mesurées et mémorisées de Cs et de Cd avec les valeurs indiquées dans la colonne C du tableau 2, nécessaire aux expressions 18, 20, 22 ou 26 retenues pour assurer le traitement.

10 Chacune de ces expressions fournit la valeur du couple de resserrage Cr et cette valeur, affichée et mémorisée, constitue la valeur du seuil de déclenchement de l'alarme, lors du resserrage.

15 Le resserrage est réalisé jusqu'à déclenchement de l'alarme indiquant que la valeur du couple mesurée par le capteur 32 est proche de la valeur Cr, précédemment déterminée. A l'arrêt du resserrage, la valeur du couple de resserrage réel Cre, alors mesurée par le capteur, et qui peut être différente de la valeur de Cr, est mémorisée et affichée.

20 L'unité de traitement 45 procède alors à une opération de vérification de la caractéristique de référence en traitant l'expression de vérification appropriée, choisie parmi celles 19, 21, 23, et 25 du tableau II et en faisant appel aux valeurs mémorisées de Rdt, de Cre et des diverses autres caractéristiques utilisées dans l'expression antérieure permettant de calculer le couple de reserrage Cr. Par exemple, pour vérifier la longueur de l'allongement All, par l'expression 25, il est fait appel aux valeurs mémorisées de L, p, r, et E qui se retrouvent toutes dans l'expression antérieure 24. La valeur de All, ainsi obtenue, est mémorisée et affichée. Si  
25 elle est très éloignée de la valeur choisie au départ, il peut être procédé, après desserrage de l'organe fileté, à une nouvelle opération de serrage, desserrage, resserrage.

30 Dans la forme d'exécution du dispositif représentée à la figure 8, l'étape 3 de la phase de traitement, met en oeuvre, par un logiciel stocké dans la mémoire 44, l'expression 26 pour déterminer la valeur du couple de serrage Cr, et en étape 4, et par un autre logiciel, l'expression 27 de vérification de la valeur de la contrainte totale T dans la vis.

35 Lors de la programmation, les valeurs des paramètres T, p, r, R et r1 de l'expression 26 sont choisies dans des registres indépendants au moyen du clavier 41. Les valeurs des paramètres dimensionnels p, r, R et r1, peuvent aussi être choisies par rattachement à un registre donnant



différentes valeurs du diamètre nominal de l'organe fileté, et la valeur de T par un registre donnant cette valeur par rapport aux différentes classes de qualité normalisée de cet organe. Ainsi, pour une opération de serrage contrôlé d'une vis ISO standard, au moyen d'une clé dynamométrique  
5 spécifique au serrage contrôlé, l'opérateur n'a qu'à sélectionner au clavier 41, la valeur du diamètre nominal de la vis et la valeur de sa classe de qualité et procéder à l'opération de serrage-desserrage-resserrage, en suivant les indications de l'afficheur et les alarmes. En fin de resserrage et après traitement par l'expression 27, la lecture de l'afficheur indique la  
10 valeur effective de la contrainte totale T dans la vis.

Ces dispositifs de serrage contrôlé sont destinés aux montages industriels précis et peuvent être montés sur des clés dynamométriques comme décrits ci dessus, mais aussi sur des tournevis dynamométriques manuels, sur des visseuses électriques ou pneumatiques. Dans ce cas, les  
15 moyens d'alarme sont remplacés par un contacteur qui commande l'interruption de l'alimentation des moyens 55 (figure 5) entraînant l'organe d'entraînement 32 assurant le vissage ou le dévissage.

Ces dispositifs peuvent également être utilisés en laboratoire ou en bureau de recherche, pour vérifier, jusqu'à la rupture, la tenue de tout  
20 organe fileté. Enfin, la mesure du rendement réalisé dans l'étape 2 de la phase de traitement permet de détecter les anomalies de graissage ou d'état de surface, dès le début de l'opération de serrage.

Un même dispositif, et par exemple une clé dynamométrique, peut comporter dans sa mémoire 44 les différents programmes de mesure  
25 et de serrage contrôlé décrits en référence aux figures 3 à 8.

Par rapport aux dispositifs et procédé de serrage connus, ceux selon l'invention :

- sont faciles à mettre en oeuvre,
- sont applicables sur de la boulonnerie standard,
- 30 - permettent des expérimentations sur site, sans recours à des prototypes de laboratoire,
- suppriment tous calculs fastidieux, puisque ceux-ci sont réalisés automatiquement,
- sont faciles à programmer,
- 35 - suppriment toute approximation de calcul, surtout en ce qui concerne le coefficient de frottement,

- détectent immédiatement les anomalies de serrage, grâce à l'indication du rendement,
- permettent de mesurer non seulement des forces mais aussi des couples, des contraintes et des allongements, jusqu'à la rupture,
- 5 - offrent un choix important de valeur de sortie, et permettent, dans le serrage contrôlé, de vérifier la valeur effective de la grandeur prise comme référence.

## REVENDICATIONS

1. Procédé de mesure et de serrage d'un assemblage par organe fileté comprenant :

- une première phase de serrage avec mesure du couple de serrage Cs, à sa valeur maximale et mémorisation de cette valeur,
- une deuxième phase de desserrage avec mesure du couple de desserrage Cd, à sa valeur maximale et mémorisation de ce couple Cd,
- une phase de traitement des valeurs mémorisées lors des deux premières phases, et dans laquelle une première étape réalise la soustraction :

$$(2) \text{ Cs} - \text{Cd}$$

et mémorise la valeur obtenue,

caractérisé en ce qu'il consiste dans une deuxième étape de la phase de traitement :

- \* à soumettre la valeur résultant de la soustraction (2) Cs - Cd de la première étape,

- soit à sa division par deux selon l'expression (3) :

$$\frac{\text{Cs} - \text{Cd}}{2} \text{ pour fournir la valeur effective du couple efficace}$$

Ceff sollicitant l'assemblage,

- soit à sa division par le produit 2Cs selon l'expression (4) :

$$\frac{\text{Cs} - \text{Cd}}{2\text{Cs}} \text{ pour fournir la valeur du rendement Rdt de}$$

l'assemblage,

\* à mémoriser la valeur Ceff ou de Rdt obtenue,

\* et à afficher cette valeur.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la valeur du couple efficace Ceff mémorisée pendant la deuxième étape de la phase de traitement est, dans une troisième étape, divisée par la valeur mémorisée du couple de serrage Cs suivant l'expression (9)  $\frac{\text{Ceff}}{\text{Cs}}$ , pour

obtenir la valeur du rendement Rdt de l'assemblage et cette valeur Rdt est, à son tour, affichée et mémorisée.

3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, dans une troisième étape de la phase de traitement, la valeur mémorisée du

couple efficace  $C_{eff}$  est traitée par l'expression (10)  $C_{eff} \frac{2\Pi}{p}$ , dans laquelle  $p$  correspond à la valeur du pas de la vis, pour obtenir la valeur  $F_o$  de la force de traction sollicitant la vis et cette valeur  $F_o$  est affichée et mémorisée.

5                   **4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que, dans une quatrième étape de la phase de traitement, la valeur mémorisée de la force de traction  $F_o$  et traitée par l'expression (11)  $\frac{F_o}{\Pi r^2}$ , dans laquelle  $r$  représente la valeur du rayon de la section résistante de la vis mesurée, pour obtenir la valeur  $\sigma$  de la contrainte de traction dans la vis, et cette**  
 10 valeur  $\sigma$  est affichée et mémorisée.

**5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que, dans une cinquième étape de la phase de traitement, la valeur mémorisée de la contrainte de traction  $\sigma$  est traitée par l'expression (12)  $\sigma \frac{L}{E}$ , dans laquelle**  
 15  $L$  représente une valeur déterminée de la longueur étirée de la vis, et  $E$  le module d'élasticité du matériau constituant cette vis, pour obtenir la valeur de l'allongement  $All$  de la vis, et cette valeur  $All$  est affichée et mémorisée.

**6. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que, dans une cinquième étape de la phase de traitement, les valeurs mémorisées de la force de traction  $F_o$ , du couple de serrage  $C_s$  et du couple efficace  $C_{eff}$**   
 20 sont traitées par l'expression (13)  $\frac{C_s - C_{eff}}{F_o(R + r_1)}$ , dans laquelle  $R$  représente la valeur du rayon moyen de la tête de la vis, et  $r_1$  la valeur du rayon moyen du filet de la vis, pour obtenir la valeur du coefficient de frottement moyen  $f$  de la vis dans l'assemblage, et cette valeur de  $f$  est affichée et mémorisée.

25                   **7. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la valeur du couple efficace  $C_{eff}$ , mémorisée pendant la deuxième étape de la phase de traitement est, dans une troisième étape, traitée par l'expression**  
 (14)  $\frac{2C_{eff}}{pr^2}$ , dans laquelle  $p$  représente la valeur du pas de la vis et  $r$  le rayon de la section résistante de cette vis, pour obtenir la valeur de la  
 30 contrainte de traction  $\sigma$  dans la vis, et cette valeur  $\sigma$  est affichée et mémorisée.

8. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que dans une étape de la phase de traitement, les valeurs mémorisées du couple efficace  $C_{eff}$  et du couple de serrage  $C_s$  sont traitées par l'expression (15)  $\frac{R C_{eff} + r_1 C_s}{R + r_1}$ , dans laquelle  $R$  représente la valeur du rayon moyen de la

5 tête de vis et  $r_1$  la valeur du rayon moyen du filet de la vis, pour obtenir la valeur du couple de torsion  $C_t$  exercé sur cette vis, et cette valeur  $C_t$  est affichée et mémorisée.

9. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que dans une étape de la phase de traitement des données, la valeur mémorisée du  
10 couple de torsion  $C_t$  est traitée par l'expression (16)  $\frac{2C_t}{\pi r^3}$ , dans laquelle  $r$  représente la valeur du rayon de la section résistante de la vis, pour obtenir la valeur  $\tau$  de la contrainte de torsion dans la vis, et cette valeur  $\tau$  est affichée et mémorisée.

10. Procédé selon les revendications 7 et 9, caractérisé en ce  
15 que dans une étape de la phase de traitement des données, les valeurs mémorisées de la contrainte de traction  $\sigma$  et de la contrainte de torsion  $\tau$  dans la vis sont traitées par l'expression (17)  $\sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2}$  pour obtenir la valeur de la contrainte totale  $T$  dans la vis et cette valeur  $T$  est affichée et mémorisée.

20 11. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, pour une opération de serrage jusqu'à une valeur de référence d'une caractéristique mécanique, suivant une séquence de serrage-desserrage-resserrage, et pendant la phase de traitement suivant la phase de desserrage, et après l'étape de détermination du rendement  $R_{dt}$  de  
25 l'assemblage, il consiste :

- à déterminer la valeur du couple de resserrage  $C_r$  au moyen d'une équation prenant en compte la valeur mémorisée du rendement  $R_{dt}$  et une valeur imposée d'une caractéristique mécanique prise comme référence,

30 - à mémoriser cette valeur  $C_r$  et à l'afficher,  
- à effectuer le resserrage jusqu'à la valeur précédemment calculée de  $C_r$ , sous le contrôle des moyens d'alarme,

- à mesurer la valeur effective du couple de reserrage  $C_{re}$  dans la vis, à la mémoriser et à l'afficher.

12. Procédé selon la revendication 11, caractérisé en ce qu'il consiste, après resserrage et affichage de la valeur effective du couple de resserrage  $C_{re}$ , à réaliser une étape de contrôle dans laquelle la valeur effective mémorisée de ce couple de serrage  $C_{re}$  est traitée par une formule  
 5 donnant la valeur effective de la caractéristique mécanique de référence ayant servi à la détermination du couple de serrage  $C_r$ , et à afficher et mémoriser cette valeur.

13. Procédé selon la revendication 11, caractérisé en ce que la valeur de référence est celle du couple efficace de resserrage  $C_{effr}$  et elle  
 10 est traitée par l'expression (18)  $\frac{C_{effr}}{Rdt}$ .

14. Procédé selon l'ensemble des revendications 12 et 13, caractérisé en ce que le contrôle de la valeur de référence du couple efficace de resserrage  $C_{effr}$  est réalisé par l'expression (19)  $C_r Rdt$ .

15. Procédé selon la revendication 11, caractérisé en ce que la valeur de référence est celle de la force de précontrainte  $F_o$  dans la vis et elle est traitée par l'expression (20)  $\frac{F_o p}{2\pi Rdt}$ .

16. Procédé selon l'ensemble des revendications 12 et 15, caractérisé en ce que le contrôle de la valeur de référence de la force de précontrainte  $F_o$  est effectué par l'expression (21)  $\frac{C_r 2\pi Rdt}{p}$ .

20 17. Procédé selon la revendication 11, caractérisé en ce que la valeur de référence est celle de la contrainte de traction  $\underline{n}$  dans la vis et elle est traitée par l'expression (22)  $\frac{pr^2 \underline{n}}{2Rdt}$ .

18. Procédé selon l'ensemble des revendications 12 et 17, caractérisé en ce que le contrôle de la valeur de référence de la contrainte de traction  $\underline{n}$  dans la vis est effectué par l'expression (23)  $\frac{C_r 2Rdt}{pr^2}$ .  
 25

19. Procédé selon la revendication 11, caractérisé en ce que la valeur de référence est celle de l'allongement  $All$  de la vis et elle est traitée par l'expression (24)  $\frac{pr^2 All E}{2Rdt L}$ .

20. Procédé selon l'ensemble des revendications 12 et 18, caractérisé en ce que le contrôle de la valeur de référence de l'allongement All est effectué par l'expression (25)  $\frac{Cr 2 Rdt L}{pr^2 E}$ .

21. Procédé selon la revendication 11, caractérisé en ce que la  
5 valeur de référence est celle de la contrainte totale T dans la vis et elle est traitée par l'expression (26)

$$\sqrt{\frac{T^2}{\left[\frac{2 Rdt}{p r^2}\right]^2 + 3 \left[\frac{2 (Rdt \cdot R + r1)}{\pi r^3 (R + r1)}\right]^2}}$$

après sélection de la valeur de cette contrainte T, de la valeur du  
pas p, de la valeur du rayon r de la section résistante de la vis, de la valeur  
10 du rayon moyen R de la tête de vis et de la valeur du rayon moyen r1 du filetage de la vis.

22. Procédé selon l'ensemble des revendications 12 et 20, caractérisé en ce que le contrôle de la valeur de référence de la contrainte totale T dans la vis est effectué par l'expression (27)

15  $\sqrt{Cr^2 \left[ \left[ \frac{2 Rdt}{p r^2} \right]^2 + 3 \left[ \frac{2 (Rdt \cdot R + r1)}{\pi r^3 (R + r1)} \right]^2 \right]}$

23. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 22, caractérisé en ce qu'il consiste :

- lors de la première phase de serrage, à appliquer sur la vis un couple de serrage Cs dont la valeur est inférieure, au plus de 15 % de celle  
20 du couple de serrage calculé,
- et, lors de la deuxième phase de desserrage, à arrêter le desserrage à environ 90 % de la valeur maximale du couple de desserrage Cd.

24. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une  
25 quelconque des revendications 1 à 23, comprenant :

- un organe d'entraînement en rotation (32) de l'organe fileté,
- un capteur (47), mesurant le couple transmis à cet organe d'entraînement avec ses moyens de transmission, d'amplification et de conversion/analogique numérique du signal obtenu,
- 30 - un afficheur numérique (34),

- des moyens d'alarme visuelle et/ou sonore (35, 36),  
 - des moyens de mémorisation (44) d'au moins une valeur de référence,

5 - et une unité de traitement (43) comparant la valeur du signal provenant du capteur (47) avec la valeur de référence mémorisée et déclenchant les moyens d'alarme à égalité de valeur,

caractérisé en ce que l'unité de traitement (43) est associée à un clavier de commande et est composée d'un microprocesseur avec mémoire vive et mémoire morte, cette mémoire morte (44) comportant, en  
 10 complément de logiciels d'exploitation du microprocesseur et d'un clavier, au moins l'un des deux logiciels de traitement suivants dont l'un résout l'équation (3)  $\frac{Cs - Cd}{2} = Ce_{eff}$  et l'autre résout l'équation (4)  $\frac{Cs - Cd}{2Cs} = Rdt$ ,

équations dans lesquelles Cs indique la valeur du couple de serrage, Cd la valeur du couple de desserrage et Ce<sub>eff</sub> la valeur du couple efficace exercée  
 15 sur l'assemblage après serrage au couple Cs, tandis que le clavier assurant la sélection du logiciel utilisé comprend :

- a) une touche (37) de sélection de menus et logiciels, avec validation au relâchement,
- b) une touche (38) de sélection de données prémémorisées  
 20 dans des registres de la mémoire morte et de mémorisation des données mesurées, et avec validation au relâchement,
- c) deux touches (39, 40) de défilement dans les deux sens des menus, équations, fonctions, et/ou données mémorisés, ces touches étant multiplexées avec les touches (37, 38) de sélection des menus et des  
 25 données.

25 **25.** Dispositif selon la revendication 24, caractérisé en ce que sa mémoire morte (44) contient également des logiciels sélectionnables par le clavier et permettant de résoudre, à partir des données mémorisées résultants des expressions (3)  $\frac{Cs - Cd}{2}$ , (4)  $\frac{Cs - Cd}{2Cs}$  ou (9)  $\frac{Ce_{eff}}{Cs}$ , l'une des  
 30 expressions 10 à 25 définies dans les revendications 3 à 10 et 13 à 20.

**26.** Dispositif selon la revendication 24, caractérisé en ce que sa mémoire morte contient également :



- des logiciels permettant de résoudre successivement les expressions :

$$(26) \sqrt{\frac{T^2}{\left[\frac{2Rdt}{p r^2}\right]^2 + 3\left[\frac{2(Rdt.R+r1)}{\Pi r^3(R+r1)}\right]^2}} \text{ et } (27) \sqrt{Cr^2\left[\left[\frac{2Rdt}{p r^2}\right]^2 + 3\left[\frac{2(Rdt.R+r1)}{\Pi r^3(R+r1)}\right]^2\right]}$$

à partir de la valeur mémorisée de Rdt résultant de l'expression

$$5 \quad (4) \quad \frac{Cs - Cd}{2Cs}$$

- un registre de mémoire contenant des valeurs de la contrainte totale T dans la vis en rapport avec les classes de qualité de la vis, et sélectionnables par les touches (38, 39, 40) du clavier,

- et un registre de mémoire contenant, pour des vis normalisées,  
10 les valeurs dimensionnelles du pas  $p$  et des rayons R, r et r1, ce registre étant sélectionné par les touches (38, 39, 40) du clavier.

1/6

FIG 2

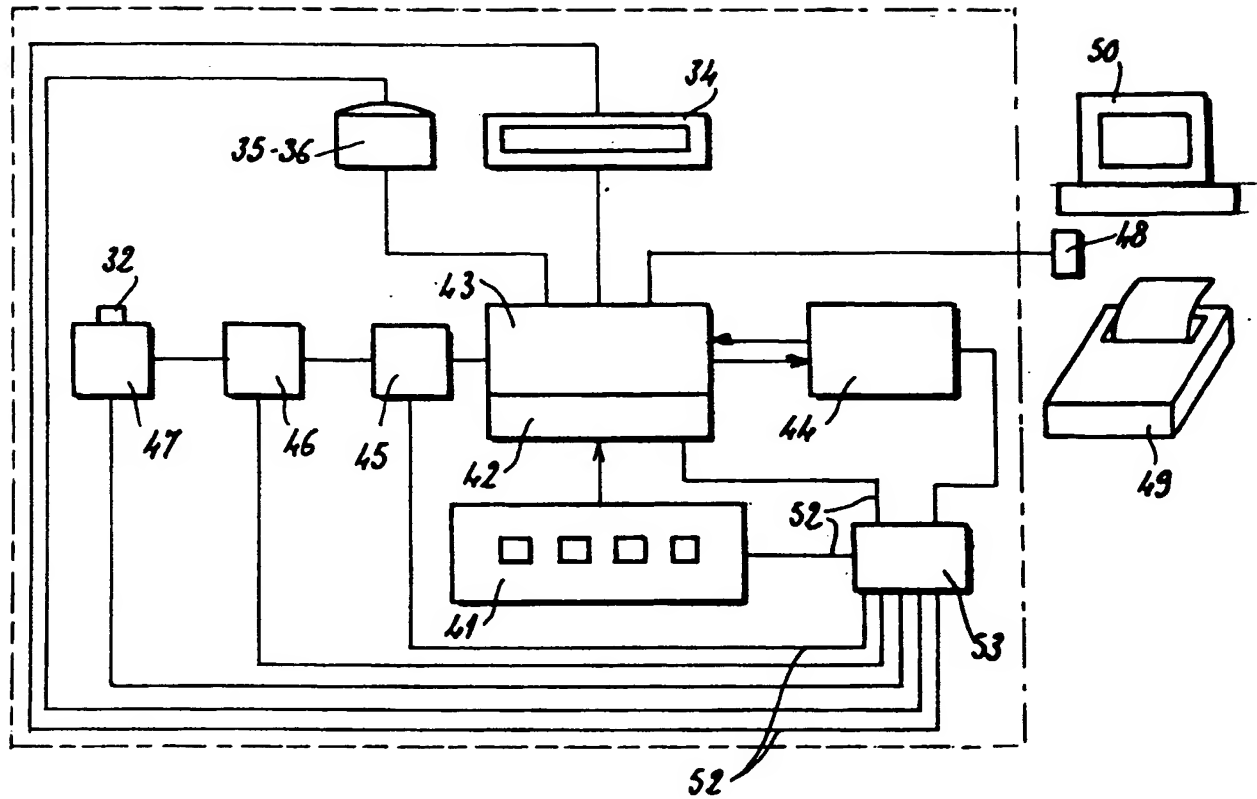
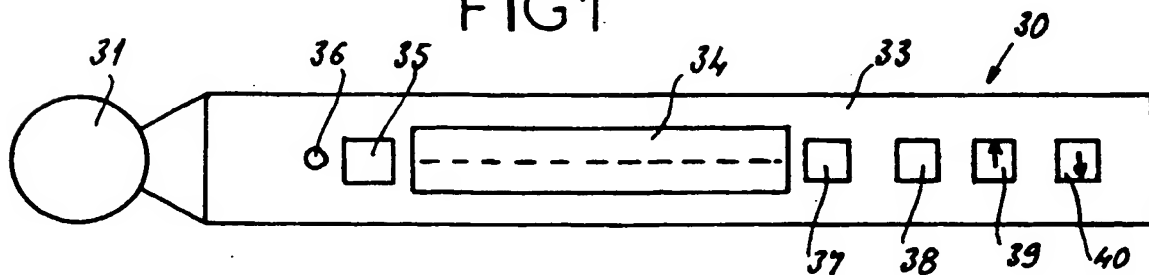


FIG 1



2/6

FIG 3

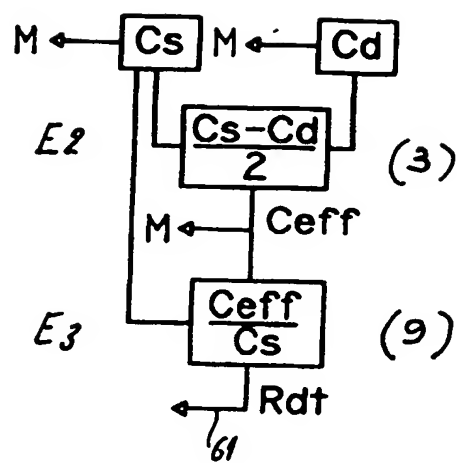
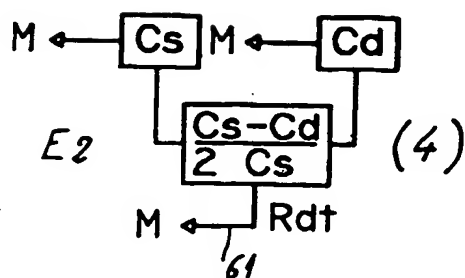
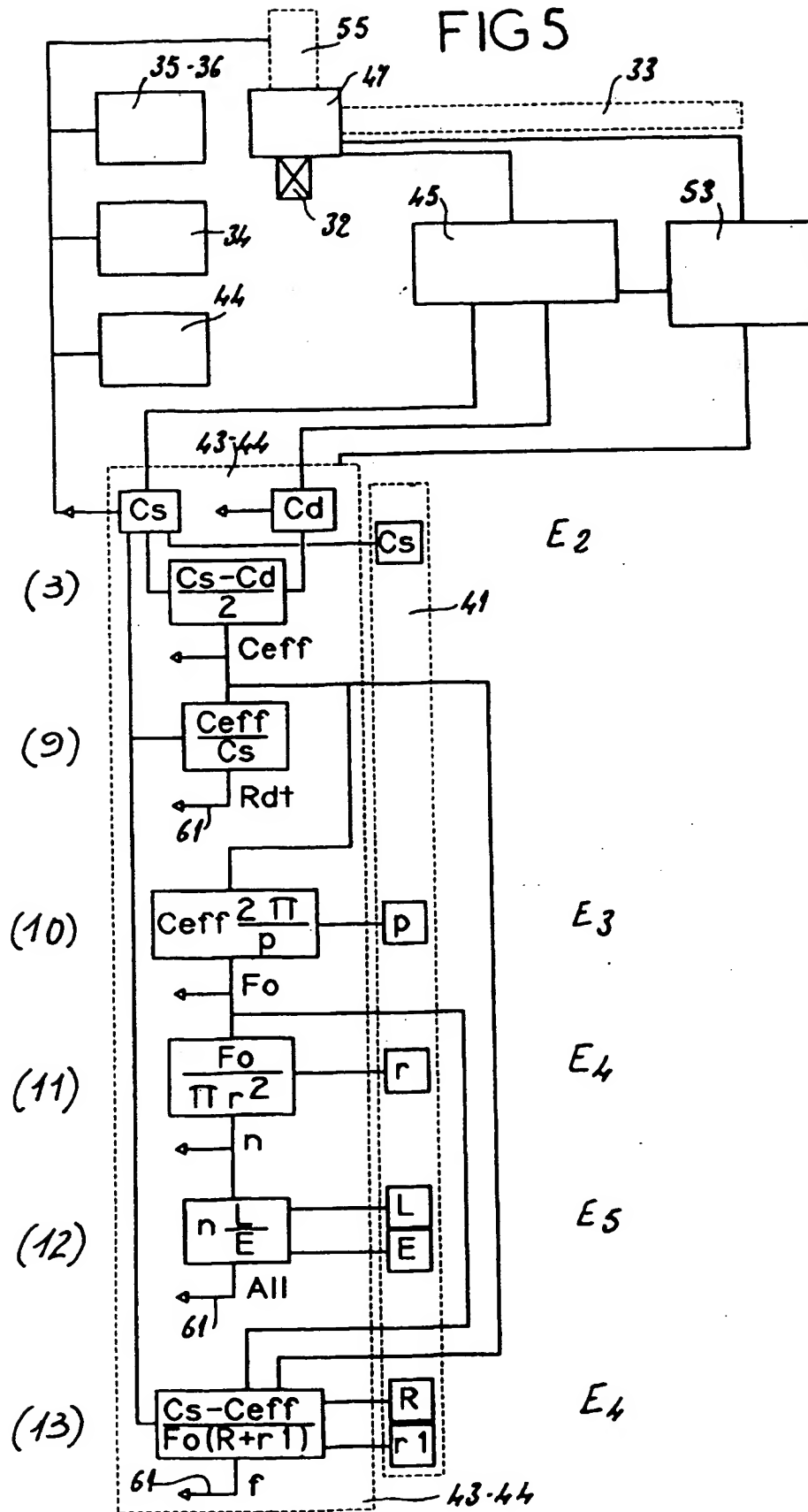


FIG 4



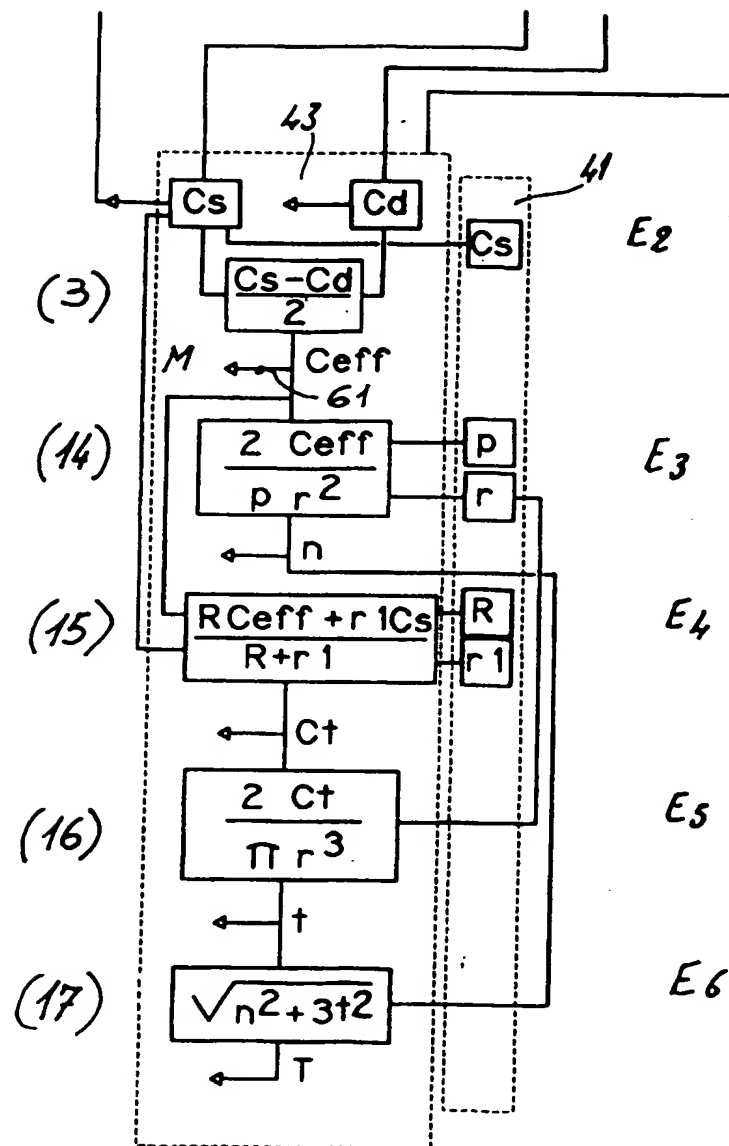
3/6

FIG 5



4/6

FIG 6



5/6

FIG 7

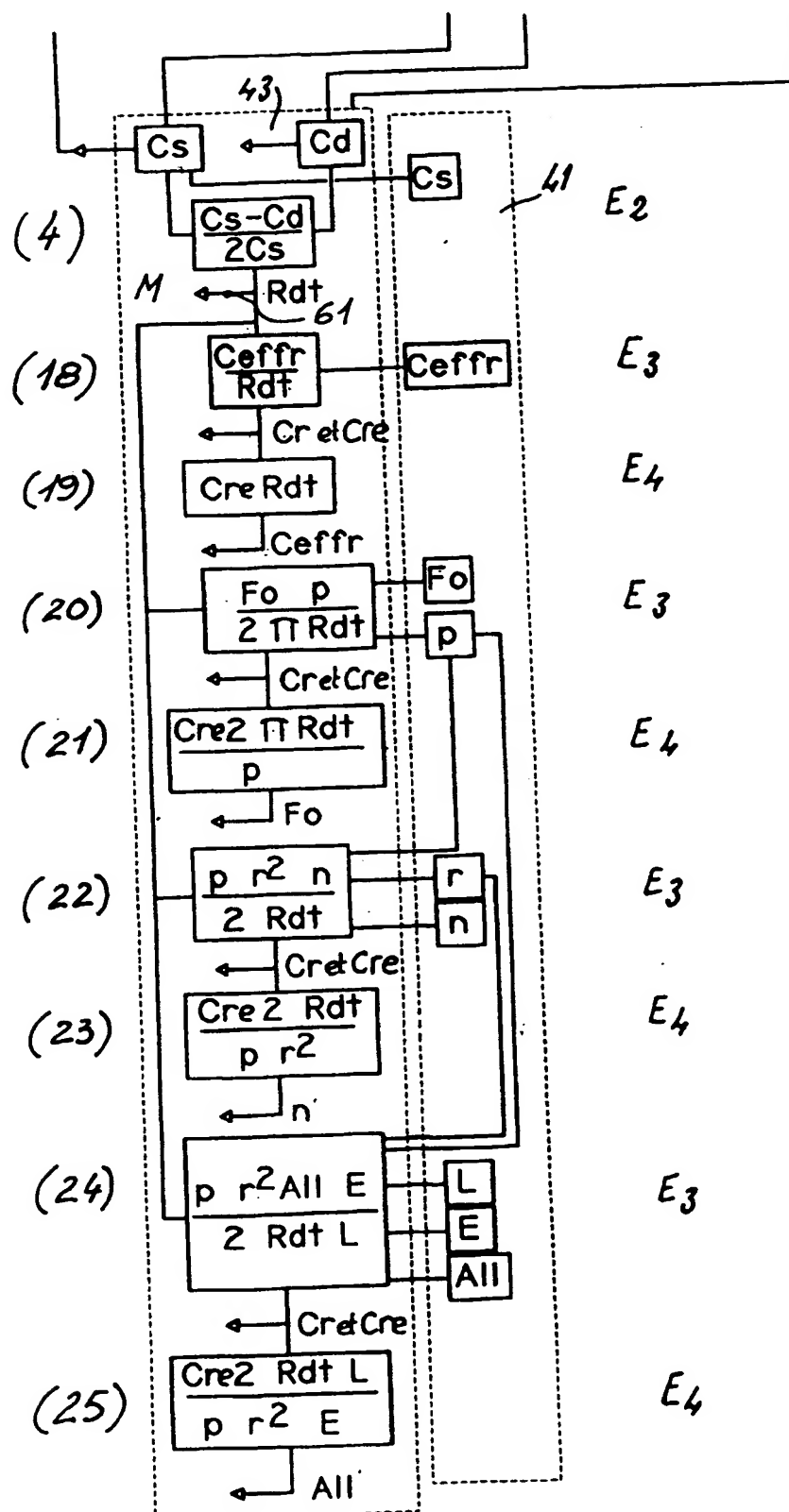
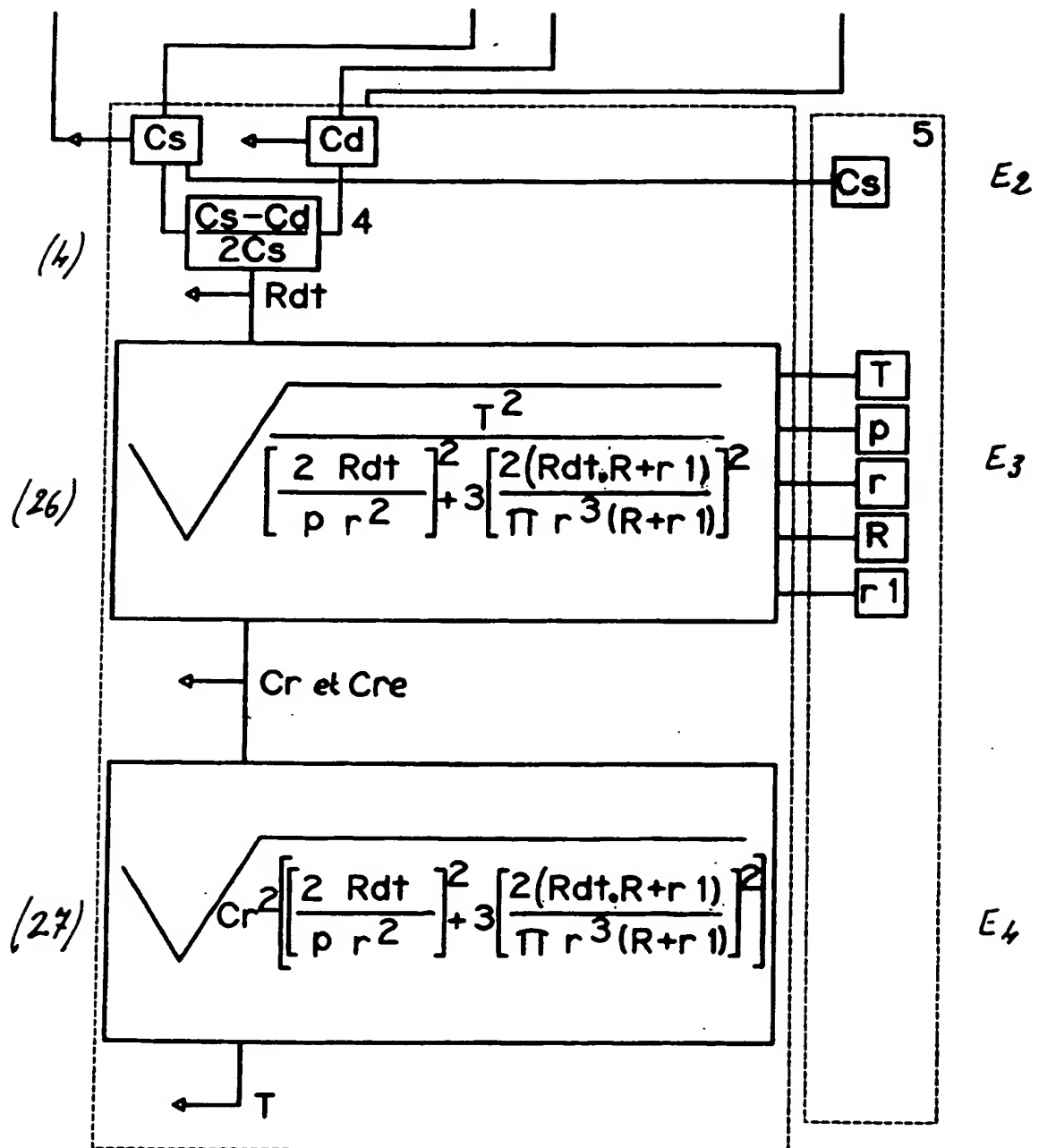


FIG 8



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



INSTITUT NATIONAL  
de la  
PROPRIETE INDUSTRIELLE

**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRELIMINAIRE**  
établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement  
national

FA 559574  
FR 9808714

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
D,A	FR 2 677 571 A (CIANDAR) 18 décembre 1992 * revendications *	1-26
D,A	FR 2 527 714 A (REGIE NATIONALE DES USINES RENAULT) 2 décembre 1983	1-26
A	US 5 105 519 A (T.DONIWA) 21 avril 1992 * le document en entier *	1-26
A	DE 40 24 577 A (ROBERT BOSCH GMBH) 6 février 1992 * colonne 1, ligne 10 - ligne 27; revendications *	1-26
A	US 4 142 266 A (N.C.DAHL) 6 mars 1979	
A	US 4 037 282 A (N.C.DAHL) 26 juillet 1977	
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.6)
		B25B B23P
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
19 mars 1999		Majerus, H
<p><b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b></p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>		

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

DOCID: 4FR\_2780785A1\_1